

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-101916

(43)Date of publication of application : 16.04.1996

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

G01N 21/88

G06T 7/60

(21)Application number : 06-261698

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 30.09.1994

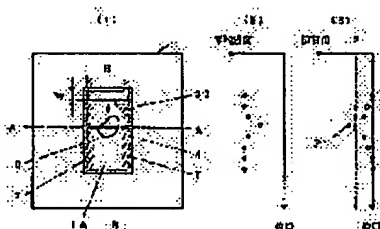
(72)Inventor : KAWACHI MASAHIRO

(54) DEFECT INSPECTION METHOD AND DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To correctly discriminate whether or not a defect is present in an object and to stably inspect the defect of the object regardless of the kind of the object and observation conditions, etc.

CONSTITUTION: A rectangular inspection area 4 is set in the image part 1A of the object of a gradation image 1. First, a rectangular small area 20 is set at an upper end position inside the inspection area 4 and the feature amount of an average density or the like is measured for the image inside the small area 20 at the position. Then, the small area 20 is moved for prescribed pitches and the feature amount is measured for the image inside the small area 20 at the position. Thereafter, after repeatedly executing the movement of the small area 20 and the measurement of the feature amount, a prescribed arithmetic operation is executed by respective measured values and the defect of the object is discriminated from the arithmetic result.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-101916

(43) 公開日 平成8年(1996)4月16日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00				
G 0 1 N 21/88	J			
G 0 6 T 7/60		9061-5H	G 0 6 F 15/ 70 15/ 62	4 6 0 A 4 0 0
審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 16 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平6-261698

(22) 出願日 平成6年(1994)9月30日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 河内 雅弘

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

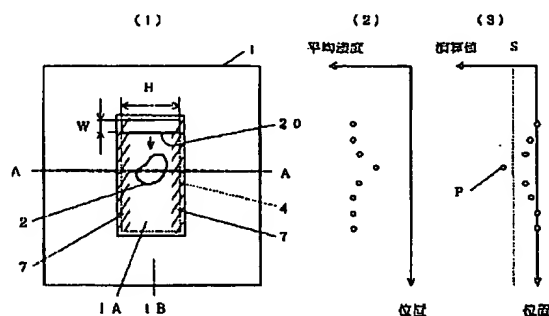
(74) 代理人 弁理士 鈴木 由充

(54) 【発明の名称】 不良検査方法およびその装置

(57) 【要約】

【目的】 対象物の種類や観測条件などを問わず、対象物に欠陥が存在するかどうかを正しく判別して、対象物の不良を安定して検査できるようにする。

【構成】 濃淡画像1の対象物の画像部分1Aには矩形状の検査領域4が設定される。まず検査領域4内の上端位置に矩形状の小領域20を設定し、この位置で小領域20内の画像について平均濃度などの特徴量を計測する。ついで小領域20を所定のピッチだけ移動させ、その位置で小領域20内の画像について特徴量を計測する。以下、小領域20の移動と特徴量の計測とを繰り返し実行した後、各計測値により所定の演算を実行し、その演算結果から対象物の不良を判別する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象物を撮像して得られた画像により前記対象物の不良を検査する方法において、前記画像の検査領域を複数の小領域に分割して、各小領域内の画像についてそれぞれ特徴量を計測した後、各計測値を処理することにより対象物の不良判別を行うことを特徴とする不良検査方法。

【請求項2】 前記画像は濃淡画像であり、各小領域内の画像についてそれぞれ平均濃度を特徴量として計測するようにした請求項1に記載された不良検査方法。

【請求項3】 前記画像は濃淡画像であり、各小領域内の画像についてそれぞれ分散値を特徴量として計測するようにした請求項1に記載された不良検査方法。

【請求項4】 前記画像は濃淡画像であり、各小領域内の画像についてそれぞれ重心位置を特徴量として計測するようにした請求項1に記載された不良検査方法。

【請求項5】 前記画像は濃淡画像であり、各小領域内の画像についてそれぞれモデル画像との濃淡相関値を特徴量として計測するようにした請求項1に記載された不良検査方法。

【請求項6】 前記画像は2値画像であり、各小領域内の画像についてそれぞれ黒画素領域または白画素領域の面積を特徴量として計測するようにした請求項1に記載された不良検査方法。

【請求項7】 前記画像は2値画像であり、各小領域内の画像についてそれぞれ重心位置を特徴量として計測するようにした請求項1に記載された不良検査方法。

【請求項8】 対象物を撮像して得られた画像により前記対象物の不良を検査する方法において、前記画像の検査領域を複数の小領域に分割して、各小領域内の画像についてそれぞれ複数種の特徴量を計測した後、特徴量の種類毎に各計測値を処理することにより対象物の不良判別を行い、すべての種類の特徴量について不良判別が行われたとき、対象物が不良であると判断することを特徴とする不良検査方法。

【請求項9】 対象物を撮像して得られた画像により前記対象物の不良を検査する方法において、前記画像の検査領域を複数の小領域に分割して、各小領域内の画像についてそれぞれ複数種の特徴量を計測した後、特徴量の種類毎に各計測値を処理することにより対象物の不良判別を行い、いずれかの種類の特徴量について不良判別が行われたとき、対象物が不良であると判断することを特徴とする不良検査方法。

【請求項10】 対象物を撮像して得られた画像により前記対象物の不良を検査する装置において、前記画像の検査領域を複数の小領域に分割する領域分割手段と、前記領域分割手段により分割された各小領域内の画像についてそれぞれ特徴量を計測する特徴量計測手段と、前記特徴量計測手段により計測された各特徴量を処理す

ることにより対象物の不良判別を行う判別手段とを備えて成る不良検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、対象物を撮像して得られた画像により前記対象物の不良を検査する不良検査方法およびその装置に関連し、殊にこの発明は、対象物の種類や観測条件を問わず、対象物に傷、突起物、欠けなどの欠陥が存在するかどうかを判別して対象物の不良を検査する不良検査方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に対象物の不良を検査するのに、適当な照明下で撮像装置により対象物を撮像し、得られた濃淡画像またはその2値画像に検査領域を設定して、その検査領域内の画像について所定の特徴量を計測し、その計測値から対象物の良否、すなわち対象物に欠陥が存在するかどうかを判別している。

【0003】図12には、従来の不良検査方法の一例が示してある。図12(1)は、対象物を撮像して得られた濃淡画像1を示す。同図中、1Aは対象物の画像部分、1Bは背景の画像部分である。前記対象物の画像部分1Aには傷のような欠陥2が現れている。

【0004】図12(2)は、この濃淡画像1を所定の2値化しきい値で2値化処理して得られた2値画像3であり、同図中、斜線部分が黒画素の領域を、白地部分が白画素の領域を、それぞれ示す。背景の画像部分1Bおよび欠陥2は黒画素に、また対象物の画像部分1Aは白画素に、それぞれ2値化されている。対象物の画像部分1Aに矩形状の検査領域4を設定し、この検査領域4内の画像について黒画素領域の面積、すなわち黒画素数を特徴量として計測し、この計測値が所定の判定値以上であれば、対象物に欠陥が存在すると判断し、前記判定値より小さければ、対象物に欠陥は存在しないと判断する。

【0005】図13には、従来の不良検査方法の他の例が示してある。図13(1)は、対象物を撮像して得られた濃淡画像1を示す。同図中、1Aは対象物の画像部分、1Bは背景の画像部分、2は欠陥2である。図13(4)には、この濃淡画像1のA-A線に沿う明るさ分布M1が示してある。この明るさ分布M1では、背景の画像部分1Bは暗く、対象物の画像部分1Aは明るい、欠陥2の位置では明るさが低下している。

【0006】図13(2)は、この濃淡画像1に輪郭抽出処理を施して得られたエッジ画像5を示す。同図中、1aは対象物の画像部分1Aの輪郭であるエッジを、2aは欠陥2の輪郭であるエッジを、それぞれ示す。図13(5)には、このエッジ画像5のA'-A'線に沿う明るさ分布M2が示してある。この明るさ分布M2では、前記の各エッジ1a、2aの位置での明るさが急激に大きくなっている。

3

【0007】図13(3)は、前記エッジ画像5を所定の2値化しきい値THで2値化処理して得られた2値画像6を示す。同図中、1a'はエッジ画像5における対象物の画像部分1Aのエッジ1aを2値化処理して得られた黒画素領域を、2a'は欠陥2のエッジ2aを2値化処理して得られた黒画素領域を、それぞれ示す。図13(6)には、この2値画像6のA'-A'線に沿うデータ分布Dが示してある。前記の各エッジ1a、2aの位置では、データが「1」であり、その他の位置では「0」である。

【0008】この2値画像6の対象物の画像部分1Aに矩形の検査領域4を設定し、この検査領域4内の画像の黒画素領域の面積、すなわち黒画素数を特徴量として計測し、この計測値が所定の判定値以上であれば、対象物に欠陥が存在すると判断し、前記判定値より小さければ、対象物に欠陥は存在しないと判断する。

【0009】なお上記の各従来例では、濃淡画像1やエッジ画像5を2値化処理して得られた2値画像3、6の対象物の画像部分1Aに検査領域4を設定して、特徴量の計測および欠陥の有無の判断を行っているが、これらの方法の他に、濃淡画像1の対象物の画像部分1Aに検査領域4を設定し、その検査領域4内の画像の平均濃度や分散値を特徴量として計測し、その計測値を判定値と比較することにより対象物の不良を検査するという方法もある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記した不良検査方法では、対象物の種類や観測条件によっては、以下の具体例で詳述するように、対象物に欠陥が存在するかどうかを正しく判別し得ず、安定した検査が行えないという問題がある。

【0011】図14には、円筒体を対象物とする場合の不具合が示してある。図14(1)は前記対象物を撮像して得られた濃淡画像1を、また図14(2)は前記濃淡画像1を所定の2値化しきい値THで2値化処理して得られた2値画像3を、それぞれ示す。図14(1)において、1Aは対象物の画像部分、1Bは背景の画像部分、2は対象物の画像部分1Aに現れた欠陥2であるが、この対象物の画像部分1Aには前記欠陥2を挟んで両側に「シェーディング」と称される影7が現れている。図14(3)には、この濃淡画像1のA-A'線に沿う画像の明るさ分布M1が示してある。この明るさ分布M1では、背景の画像部分1Bは暗く、対象物の画像部分1Aは明るい、欠陥2の位置および前記影7の位置で明るさが低下している。図14(2)に示す2値画像3は、斜線部分が黒画素の領域であり、白地部分が白画素の領域であるが、欠陥2のみならず前記影7の部分も黒画素に2値化されている。図14(4)には、前記濃淡画像1を図14(3)に示す2値化しきい値THで2値化したときのデータ分布D、すなわち2値画像3の

4

A'-A'線に沿うデータ分布Dが示してある。

【0012】このような2値画像3の対象物の画像部分1Aに検査領域4を設定し、この検査領域4内の画像について黒画素領域の面積を計測したとき、その計測値は欠陥2の面積と影7の面積との総和になり、欠陥2の部分の面積のみを検出できない。従って仮に欠陥2が存在しなくても、影7の存在により対象物は不良であると判断されることがある。

【0013】図15には、表面が梨地模様の物体を対象物とする場合の不具合が示してある。図15(1)が濃淡画像1、図15(2)が2値画像3であり、1Aが対象物の画像部分、1Bが背景の画像部分、2が欠陥を示す。前記2値画像3は、対象物の画像部分1Aが白画素に2値化されているが、この対象物の画像部分1Aには黒画素に2値化された欠陥2および梨地模様を構成する無数の傷8が現れている。

【0014】このような2値画像3に検査領域4を設定して、黒画素領域の面積を計測したとき、その計測値は欠陥2の面積とすべての傷8の面積との総和になり、欠陥2の部分の面積のみを検出できない。

【0015】図16には、対象物の端縁に現れる突起物や欠けなどの欠陥を検査する場合の不具合例が示してある。図16(1)が濃淡画像1、図16(2)が2値画像3であり、1Aが対象物の画像部分、1Bが背景の画像部分を示す。この対象物の画像部分1Aの一方の端縁には突起物9と欠け10とが現れている。図16(2)に示す2値画像3は、斜線部分が黒画素の領域、白地部分が白画素の領域であるが、突起物9は白画素に、また欠け10は黒画素に、それぞれ2値化されている。

【0016】このような2値画像3の対象物の画像部分1Aには、その内側に矩形の検査領域11を、外側に帯状の検査領域12を、それぞれ設定し、前記検査領域11内の画像について黒画素領域の面積を、帯状の検査領域12内の画像について白画素領域の面積を、それぞれ計測する。もし検査領域11内の黒画素領域の面積が判定値以上であるとき、欠け10が存在すると判断する。またもし検査領域12内の白画素領域の面積が判定値以上であるとき、突起物9が存在すると判断する。

【0017】このような方法では、小さな突起物9や欠け10を検出するには、各検査領域11、12を対象物の画像部分1Aの端縁に接近させて設定する必要があるが、そのような設定は容易でなく、もし画像の位置ずれ修正が高精度に行われないと、突起物9や欠け10の検査が困難である。

【0018】図17および図18には、対象物を撮像するための照明条件が変動した場合の不具合が示してある。図17(1)(2)は照明強度が変動する前の画像であって、図17(1)が濃淡画像1、図17(2)がその2値画像3である。1Aは対象物の画像部分、1Bは背景の画像部分、2は欠陥であり、図17(3)に

は、濃淡画像 1 の A-A 線に沿う明るさ分布 M1 が示してある。この濃淡画像 1 を所定の 2 値化しきい値 TH で 2 値化処理すると、図 17 (2) に示す 2 値画像 3 が得られる。なおこの 2 値画像 3 において、斜線部分が黒画素の領域であり、白地部分が白画素の領域である。

【0019】図 18 (1) (2) は照明強度が低下したときの画像であって、図 18 (1) が濃淡画像 1、図 18 (2) がその 2 値画像 3 である。図 18 (3) には、濃淡画像 1 の A'-A' 線に沿う明るさ分布 M2 が示してあり、照明変動前の明るさ分布 M1 より明るさのレベル 10 が下がっている。この濃淡画像 1 を前記 2 値化しきい値 TH で 2 値化処理すると、図 18 (2) に示すように、対象物の画像部分が消失し、全体が黒画素一色の 2 値画像 3 となり、従って不良検査が不可能である。

【0020】図 19 には、欠陥が背景との濃度差の小さい汚れなどである場合の不具合が示してある。図 19

(1) は、そのような汚れのある対象物を撮像して得られた濃淡画像 1 を示す。同図中、1A は対象物の画像部分、1B は背景の画像部分であり、対象物の画像部分 1A には薄い汚れによる欠陥 2 が現れている。図 19

(2) には、この濃淡画像 1 の A-A 線に沿う明るさ分布 M1 が示してある。この明るさ分布 M1 では、背景の画像部分 1B は暗く、対象物の画像部分 1A は明るい 20 が、欠陥 2 の位置で明るさがわずかに低下している。図 19 (3) は、この濃淡画像 1 より生成されたエッジ画像 (図示せず) の明るさ分布 M2 を示すが、このエッジ画像には欠陥 2 のエッジは抽出されておらず、従って欠陥 2 の位置で明るさが増大していない。このような濃淡画像 1 については、欠陥を含む 2 値画像を安定して得ることができず、不良検査は困難である。

【0021】図 20 には、網状体を対象物とする場合の不具合例が示してある。同図は、前記対象物の濃淡画像を 2 値化処理して得られた 2 値画像 3 を示す。13A は網状体の画像部分、13B は背景の画像部分であり、網状体の画像部分 13A には破れによる欠陥 2 が現れている。この種の欠陥 2 の検査では、2 値画像 3 の全体を検査領域としており、この 2 値画像 3 について、黒画素の領域の面積、すなわち黒画素数を計測し、その計測値が所定の判定値以上であれば、対象物に欠陥が存在しないと判断し、前記判定値より小さければ、対象物に欠陥が存在する判断する。しかしながら網状体の場合、対象物の画像部分 13A の一部が欠陥 2 の存在により欠落しても、対象物の画像部分 13A のばらつきに吸収されるため、欠陥の有無を判別するのは困難である。

【0022】図 21 には、輪ゴムのような輪状体を対象物とする場合の不具合が示してある。図 21 (1)

(2) は、切れなどの欠陥のある対象物の濃淡画像を 2 値化処理して得られた 2 値画像 3 を示す。同図中、1A は対象物の画像部分、1B は背景の画像部分であり、対象物の画像部分 1A には切れによる欠陥 2 が現れてい

る。この 2 値画像 3 において、斜線部分が黒画素の領域、白地部分が白画素の領域であるが、欠陥 2 の部分は黒画素に 2 値化される。このような 2 値画像 3 の対象物の画像部分 1A に、円形をなす線状の検査領域 14 を設定し、前記検査領域 14 上の黒画素数を計測し、もし黒画素数が判定値以上であれば、対象物に欠陥 2 が存在すると判断し、またもし黒画素数が判定値より小さければ、対象物に欠陥 2 が存在しないと判断する。この方法では、検査領域 14 を幅が狭い対象物の画像部分 1A 上に正しく設定する必要があるが、そのような設定は容易でなく、図 21 (2) のように、画像の位置ずれ修正が適正に行われなかったり、対象物が変形したりすると、対象物の画像部分 1A に対する検査領域 14 の設定位置がずれ、欠陥 2 の検出が困難となる。

【0023】この発明は、上記した諸問題に着目してなされたもので、対象物の種類や観測条件などを問わず、対象物に欠陥が存在するかどうかを正しく判別して、対象物の不良を安定して検査できる不良検査方法およびその装置を提供することを目的とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明は、対象物を撮像して得られた画像により前記対象物の不良を検査する方法において、前記画像の検査領域を複数の小領域に分割して、各小領域内の画像についてそれぞれ特徴量を計測した後、各計測値を処理することにより対象物の不良判別を行うことを特徴としている。

【0025】請求項 2~5 の発明では、前記画像は濃淡画像であり、各小領域内の画像についてそれぞれ平均濃度、分散値、重心位置、モデル画像との濃淡相関値を特徴量として計測するようにしている。

【0026】請求項 6、7 の発明では、前記画像は 2 値画像であり、各小領域内の画像についてそれぞれ黒画素領域または白画素領域の面積、重心位置を特徴量として計測するようにしている。

【0027】請求項 8 の発明は、対象物を撮像して得られた画像により前記対象物の不良を検査する方法において、前記画像の検査領域を複数の小領域に分割して、各小領域内の画像についてそれぞれ複数種の特徴量を計測した後、特徴量の種類毎に各計測値を処理することにより対象物の不良判別を行い、すべての種類の特徴量について不良判別が行われたとき、対象物が不良であると判断することを特徴としている。

【0028】請求項 9 の発明は、対象物を撮像して得られた画像により前記対象物の不良を検査する方法において、前記画像の検査領域を複数の小領域に分割して、各小領域内の画像についてそれぞれ複数種の特徴量を計測した後、特徴量の種類毎に各計測値を処理することにより対象物の不良判別を行い、いずれかの種類の特徴量について不良判別が行われたとき、対象物が不良であると判断することを特徴としている。

【0029】請求項10の発明は、対象物を撮像して得られた画像により前記対象物の不良を検査する装置において、前記画像の検査領域を複数の小領域に分割する領域分割手段と、前記領域分割手段により分割された各小領域内の画像についてそれぞれ特徴量を計測する特徴量計測手段と、前記特徴量計測手段により計測された各特徴量を処理することにより対象物の不良判別を行う判別手段とを備えたものである。

【0030】

【作用】欠陥を有する対象物の場合、その画像の検査領域を複数の小領域に分割しているので、画像に現れた欠陥部分はいずれかの小領域内に含まれることになる。欠陥部分を含む小領域内の画像より計測された特徴量と、欠陥部分を含まない小領域内の画像より計測された特徴量との間には差があり、この差から欠陥の有無を判別し得る。

【0031】請求項2～5の発明では、平均濃度、分散値、重心位置、モデル画像との濃淡相関値が特徴量として計測されるもので、欠陥部分を含む小領域内の画像より計測された平均濃度、分散値、重心位置、モデル画像との濃淡相関値と、欠陥部分を含まない小領域内の画像より計測された平均濃度、分散値、重心位置、モデル画像との濃淡相関値との間には差があり、この差から欠陥の有無を判別し得る。

【0032】請求項6、7の発明では、黒画素領域または白画素領域の面積や重心位置が特徴量として計測されるもので、欠陥部分を含む小領域内の画像より計測された面積や重心位置と、欠陥部分を含まない小領域内の画像より計測された面積や重心位置との間には差があり、この差から欠陥の有無を判別し得る。

【0033】請求項8の発明では、特徴量の種類毎に特徴量の各計測値を処理して対象物の不良判別を行った結果、すべての種類の特徴量について不良判別が行われたとき、対象物が不良であると判断する。

【0034】請求項9の発明では、特徴量の種類毎に特徴量の各計測値を処理して対象物の不良判別を行った結果、いずれかの種類の特徴量について不良判別が行われたとき、対象物が不良であると判断する。

$$a = \left| R(i) - \frac{R(i-1) + R(i+1)}{2} \right| \quad \dots (1)$$

【0040】図1(3)は、小領域20の各移動位置での前記演算値aをプロットしたものであり、欠陥2が存在するとき、所定の判定値Sを越える点Pが現れる。従ってこの判定値Sを越える点があるかどうかにより対象物が不良かどうかを判別する。

【0041】なお上記実施例では、小領域20内の濃淡画像について平均濃度を特徴量として計測しているが、これに限らず、分散値を特徴量として計測してもよく、また重心位置やモデルとの濃淡相関値を特徴量として算

*【0035】請求項10の発明にかかる不良検査装置では、領域分割手段により画像の検査領域が複数の小領域に分割され、特徴量計測手段が分割された各小領域内の画像についてそれぞれ特徴量を計測する。判別手段は計測された各特徴量を処理することにより対象物の不良判別を行う。

【0036】

【実施例】図1～図7は、この発明にかかる不良検査方法を具体的に示している。図1は、円筒体を対象物とする場合の具体例であり、図14(1)は前記対象物を撮像して得られた濃淡画像1を示す。図中、1Aは対象物の画像部分、1Bは背景の画像部分、2は対象物の画像部分1Aに現れた欠陥2であり、この対象物の画像部分1Aには前記欠陥2を挟んで両側に「シェーディング」と称される影7が現れている。

【0037】この濃淡画像1の対象物の画像部分1Aには矩形形状の検査領域4が設定され、この検査領域4を複数の小領域20に分割して、各小領域20内の画像についてそれぞれ平均濃度を特徴量として計測する。この実施例では、まず検査領域4内の上端位置に横幅がH、縦幅がWの矩形形状の小領域20を設定し、この位置で小領域20内の画像について平均濃度を計測する。ついで小領域20を所定のピッチd(ただしd≤W)だけ下方へ移動させ、その位置で同様に小領域20内の画像について平均濃度を計測する。以下、小領域20が検査領域4の下端位置に達するまで、小領域20の移動と平均濃度の計測とを繰り返し実行する。

【0038】図1(2)は、小領域20の各移動位置で計測された平均濃度をプロットしたものであり、欠陥2の存在位置やその近傍では平均濃度が低下している。いまi番目の移動位置での平均濃度をR(i)、その直前および直後の各移動位置での平均濃度をR(i-1)、R(i+1)とすると、平均濃度R(i)と平均濃度R(i-1)、R(i+1)の平均値との差の絶対値を次式により算出する。

【0039】

【数1】

出してもよい。また上記実施例では、濃淡画像を対象としているが、2値画像を対象として、黒画素または白画素の領域の面積や重心位置を計測または算出してもよい。さらに上記実施例では、ひとつの種類の特徴量(平均濃度)を計測して前記演算値を順次算出し、いずれかの演算値が所定の判定値Sを越えたとき、対象物に欠陥が存在すると判断しているが、複数種類の特徴量(濃淡画像については平均濃度、分散値、重心位置、モデルとの濃淡相関値など、2値画像については面積、重心位置

など)を計測して前記演算値を順次算出し、全ての種類の特徴量について、いずれかの演算値が所定の判定値を越えたとき、対象物に欠陥が存在すると判断してもよく、またいずれかの種類の特徴量について、いずれかの演算値が所定の判定値を越えたとき、対象物に欠陥が存在すると判断してもよい。

【0042】図2は、表面が梨地模様の物体を対象物とする場合の具体例であり、図2(1)は前記対象物を撮像して得られた濃淡画像1を示す。図中、1Aは対象物の画像部分、1Bは背景の画像部分、2は対象物の画像部分1Aに現れた欠陥2であり、この対象物の画像部分1Aには前記梨地模様を構成する無数の傷8が現れている。

【0043】この濃淡画像1の対象物の画像部分1Aには矩形形状の検査領域4が設定され、まずこの検査領域4内の上端位置に図1の実施例と同様の矩形形状の小領域2*

$$b = \left\{ \sigma(i) - \sigma(i-1) \right\} + \left\{ \sigma(i+1) - \sigma(i) \right\} \quad \cdots (2)$$

【0046】図2(3)は、小領域20の各移動位置での前記演算値bをプロットしたものであり、欠陥2が存在するとき、所定の判定値Sを越える点P1、P2が現れる。従ってこの判定値Sを越える点があるかどうかにより対象物が不良かどうかを判別する。

【0047】図3は、対象物の端縁に現れる突起物や欠けなどの欠陥を検査する場合の具体例であり、図3

(1)は前記対象物を撮像して得られた濃淡画像1を示す。図中、1Aは対象物の画像部分、1Bは背景の画像部分であり、この対象物の画像部分1Aの一方の端縁には突起物9と欠け10とが現れている。

【0048】前記対象物の画像部分1Aには一方の端縁に沿って矩形形状の検査領域4が設定され、まずこの検査領域4内の上端位置に矩形形状の小領域20を設定して、この位置で小領域20内の画像について平均濃度を特徴量として計測する。ついで小領域20を所定のピッチだけ下方へ移動させ、その位置で同様にして小領域20内の画像について平均濃度を計測する。以下、小領域20が検査領域4の下端位置に達するまで、小領域20の移動と平均濃度の計測とを繰り返し実行する。

【0049】図3(2)は、小領域20の各移動位置で計測された平均濃度をプロットしたものであり、突起物9の存在位置やその近傍では平均濃度が低下し、欠け10の存在位置やその近傍では平均濃度が増加している。いまi番目の移動位置での平均濃度をR(i)、その直前および直後の各移動位置での平均濃度をR(i-1)、R(i+1)とすると、平均濃度R(i)と平均濃度R(i-1)、R(i+1)の平均値との差の絶対値aを前記した①式により算出する。図3(3)は、小領域20の各移動位置での前記演算値aをプロットしたものであり、突起物9や欠け10が存在するとき、所定の判定値Sを越える点P1、P2が現れる。従ってこの

*0を設定して、この位置で小領域20内の画像について分散値を特徴量として計測する。ついで小領域20を所定のピッチだけ下方へ移動させ、その位置で同様にして小領域20内の画像について分散値を計測する。以下、小領域20が検査領域4の下端位置に達するまで、小領域20の移動と分散値の計測とを繰り返し実行する。

【0044】図2(2)は、小領域20の各移動位置で計測された分散値をプロットしたものであり、欠陥2の存在位置やその近傍では分散値が低下している。いまi番目の移動位置での分散値を $\sigma(i)$ 、その直前および直後の各移動位置での分散値を $\sigma(i-1)$ 、 $\sigma(i+1)$ とすると、分散値の傾きbを $\sigma(i)$ 、 $\sigma(i-1)$ 間の差と $\sigma(i)$ 、 $\sigma(i+1)$ 間の差を用いて次式により算出する。

【0045】

【数2】

判定値Sを越える点があるかどうかにより対象物が不良かどうかを判別する。

【0050】図4は、対象物を撮像するための照明条件(照明強度)が変動した場合の具体例であり、図4

(1)は前記対象物を撮像して得られた濃淡画像1を示す。図中、1Aは対象物の画像部分、1Bは背景の画像部分、2は対象物の画像部分1Aに現れた欠陥2であり、図4(2)には、照明強度が変動する前の濃淡画像1のA-A線に沿う明るさ分布M1と、照明強度が低下したときの濃淡画像1のA-A線に沿う明るさ分布M2とが示してある。

【0051】この濃淡画像1の対象物の画像部分1Aには矩形形状の検査領域4が設定され、まずこの検査領域4内の上端位置に図1の実施例と同様の矩形形状の小領域20を設定して、この位置で小領域20内の画像について分散値を特徴量として計測する。ついで小領域20を所定のピッチだけ下方へ移動させ、その位置で同様にして小領域20内の画像について分散値を計測する。以下、小領域20が検査領域4の下端位置に達するまで、小領域20の移動と分散値の計測とを繰り返し実行する。

【0052】図4(3)は、小領域20の各移動位置で計測された分散値をプロットしたものであり、欠陥2の存在位置やその近傍では分散値は増大して、所定の判定値Sを越える点Pが現れる。従ってこの判定値Sを越える点があるかどうかにより対象物が不良かどうかを判別することができる。

【0053】図5は、欠陥が背景との濃度差の小さい汚れなどである場合の具体例であり、図5(1)は前記対象物を撮像して得られた濃淡画像1を示す。図中、1Aは対象物の画像部分、1Bは背景の画像部分であり、対象物の画像部分1Aには薄い汚れによる欠陥2が現れている。図5(2)には、この濃淡画像1のA-A線に沿

う明るさ分布M1が示してある。この明るさ分布M1では、背景の画像部分1Bは暗く、対象物の画像部分1Aは明るい、欠陥2の位置で明るさがわずかに低下している。

【0054】この濃淡画像1の対象物の画像部分1Aには矩形形状の検査領域4が設定され、まずこの検査領域4内の上端位置に矩形形状の小領域20を設定して、この位置で小領域20内の画像について分散値を特徴量として計測する。ついで小領域20を所定のピッチだけ下方へ移動させ、その位置で同様に小領域20内の画像について分散値を計測する。以下、小領域20が検査領域4の下端位置に達するまで、小領域20の移動と分散値の計測とを繰り返し実行する。

【0055】図5(3)は、小領域20の各移動位置で計測された分散値をプロットしたものであり、欠陥2の存在位置やその近傍では分散値は増加する。いまi番目の移動位置での分散値を $\sigma(i)$ 、その直前および直後の各移動位置での分散値を $\sigma(i-1)$ 、 $\sigma(i+1)$ とすると、分散値の傾きbを $\sigma(i)$ 、 $\sigma(i-1)$ 間の差と $\sigma(i)$ 、 $\sigma(i+1)$ 間の差を用いて前記②式により算出する。図5(4)は、小領域20の各移動位置での前記演算値bをプロットしたものであり、欠陥2が存在するとき、所定の判定値Sを越える点P1~P4が現れる。従ってこの判定値Sを越える点があるかどうかにより対象物が不良かどうかを判別する。

【0056】図6は、網状体を対象物とする場合の具体例であり、図6(1)は前記対象物を撮像して得られた濃淡画像1を示す。図中、1Aは網状体の画像部分、1Bは背景の画像部分であり、網状体の画像部分1Aには破れによる欠陥2が現れている。

$$c = \sigma(i) - \frac{\sigma(i-1) + \sigma(i-2) + \sigma(i+1) + \sigma(i+2)}{4} \quad \text{--- (3)}$$

【0060】図6(3)は、小領域20の各移動位置での前記演算値cをプロットしたものであり、欠陥2が存在するとき、所定の判定値Sを越える点Pが現れる。従ってこの判定値Sを越える点があるかどうかにより対象物が不良かどうかを判別する。

【0061】図7および図8は、輪ゴムのような輪状体を対象物とする場合の具体例であり、図7(1)は変形していない前記対象物を撮像して得られた濃淡画像1を、また図8(1)は変形した前記対象物を撮像して得られた濃淡画像1を、それぞれ示す。同図中、1Aは対象物の画像部分、1Bは背景の画像部分であり、対象物の画像部分1Aには切れ目による欠陥2が現れている。

【0062】これら濃淡画像1には円形をなす線状の検査領域14が設定され、この検査領域14上の適当な角度位置に小領域20を設定して、この角度位置で小領域20内の画像について分散値を特徴量として計測する。

*【0057】この濃淡画像1には矩形形状の検査領域4a~4dが4列に設定され、まず第1列目の検査領域4a内の上端位置に矩形形状の小領域20を設定して、この位置で小領域20内の画像について分散値を特徴量として計測する。ついで小領域20を所定のピッチだけ下方へ移動させ、その位置で同様に小領域20内の画像について分散値を計測する。以下、小領域20が検査領域4aの下端位置に達するまで、小領域20の移動と分散値の計測とを繰り返し実行する。つぎに第2列目の検査領域4b内の上端位置に矩形形状の小領域20を設定して、この位置で小領域20内の画像について分散値を特徴量として計測する。ついで小領域20を所定のピッチだけ下方へ移動させ、その位置で同様に小領域20内の画像について分散値を計測する。以下、小領域20が検査領域4bの下端位置に達するまで、小領域20の移動と分散値の計測とを繰り返し実行する。第3列目と第4列目の各検査領域4c、4dについても同様に行う。

【0058】図6(2)は、小領域20の各移動位置で計測された分散値をプロットしたものであり、欠陥2の存在位置やその近傍では分散値が低下している。いまi番目の移動位置での分散値を $\sigma(i)$ 、その直前のi-1番目、さらにi-2番目の分散値を $\sigma(i-1)$ 、 $\sigma(i-2)$ 、直後のi+1番目、i+2番目の分散値を $\sigma(i+1)$ 、 $\sigma(i+2)$ とすると、分散値 $\sigma(i)$ と分散値 $\sigma(i-1)$ 、 $\sigma(i-2)$ 、 $\sigma(i+1)$ 、 $\sigma(i+2)$ の平均値との差の絶対値を次式により算出する。

【0059】

*30 【数3】

4

.... (3)

ついで小領域20を所定の角度ピッチ θ だけ移動させ、その角度位置で同様に小領域20内の画像について分散値を計測する。以下、小領域20が最初の角度位置に達するまで、小領域20の移動と分散値の計測とを繰り返し実行する。

【0063】図7(2)および図8(2)は、小領域20の各移動位置で計測された分散値をプロットしたものであり、欠陥2の存在位置やその近傍では分散値が低下している。いまi番目の移動位置での分散値を $\sigma(i)$ 、その直前のi-1番目、さらにi-2番目、i-3番目の分散値を $\sigma(i-1)$ 、 $\sigma(i-2)$ 、 $\sigma(i-3)$ 、その直後のi+1番目、さらにi+2番目、i+3番目の分散値を $\sigma(i+1)$ 、 $\sigma(i+2)$ 、 $\sigma(i+3)$ とすると、分散値 $\sigma(i)$ と分散値 $\sigma(i-1)$ 、 $\sigma(i-2)$ 、 $\sigma(i-3)$ 、 $\sigma(i+1)$ 、 $\sigma(i+2)$ 、 $\sigma(i+3)$ の平均値との差の

絶対値を次式により算出する。

【0064】

$$d = \left| \sigma(i) - \frac{\sigma(i-1) + \sigma(i-2) + \sigma(i-3) + \sigma(i+1) + \sigma(i+2) + \sigma(i+3)}{6} \right| \dots (4)$$

【0065】図7(3)および図8(3)は、小領域20の各移動位置での前記演算値dをプロットしたものであり、欠陥2が存在するとき、所定の判定値Sを越える点P1～P3が現れる。従ってこの判定値Sを越える点があるかどうかにより対象物が不良かどうかを判別できる。

【0066】図9は、上記した不良検査方法を実施するための不良検査装置の構成例を示す。図示例の不良検査装置は、テレビカメラ31、画像処理部32、モニタ33より構成され、画像処理部32はA/D変換部34、画像メモリ35、アフィン変換部36、特徴量計測部37、表示メモリ38、CPU39、ROM40、RAM41、D/A変換部42、外部インターフェイス43などを含んでいる。

【0067】前記テレビカメラ31は対象物を撮像して濃淡画像を生成するもので、このテレビカメラ31からのアナログ量の画像信号はA/D変換部34によりデジタル量の画像データに変換される。画像メモリ35には1フレーム分のデジタル量の画像データが格納され、表示メモリ35にはモニタ33に表示するための表示データとして前記小領域20を表す画像などが書き込まれる。D/A変換部42はA/D変換部34や画像メモリ35からの画像データや表示メモリ35からの表示データを入力してアナログ量の画像信号に変換し、これをモニタ33へ出力する。外部インターフェイス部43には、図示しないストロボ光源や周辺装置などが接続される。

【0068】アフィン変換部36は、前記画像メモリ35に格納された濃淡画像をアフィン変換により回転させ、回転ずれのない適正な濃淡画像を生成する。特徴量計測部37は、アフィン変換後の濃淡画像に検査領域を設定して、この検査領域を複数の小領域に分割し、各小領域内の濃淡画像について特徴量を計測する。具体的には、図1～図8に示した具体例のように、検査領域に沿って小領域20を所定のピッチまたは角度ピッチずつ移動させ、各移動位置で小領域20内の濃淡画像について、平均濃度、分散値などの特徴量を計測する。CPU39は、前記特徴量計測部37による各計測値を取り込み、所定の演算などの処理を行い、その処理結果から対象物の不良を判別する。なおROM40は不良検査装置の動作を制御するためのプログラムや固定データが格納され、またRAM41は装置動作中の作業エリアとして用いられる。

*【数4】

【0069】図10は、モデル画像との濃淡相関値を特徴量として計測するようにした不良検査装置の構成例を示す。この実施例では、濃淡画像と濃淡相関をとるためのモデル画像が格納されるモデルメモリ44が設けてある。なお他の構成は、図9に示すものと同様であり、ここでは説明を繰り返さない。

【0070】図11は、上記した不良検査装置の制御手順をステップ1(以下、「ST1」で示す)～ST12で示している。

【0071】まずスタート時点で対象物の濃淡画像が得られると、ST1で濃淡画像1に対する小領域20の最初の設定位置、すなわち始点座標(X1, X2)と、最終の設定位置、すなわち終点座標(X2, Y2)と、小領域20の横幅Hおよび縦幅Wと、小領域20を移動させるピッチdまたは角度ピッチθとが、RAM41よりCPU39に取り込まれる。つぎのST2で特徴量計測部37は前記データに基づき濃淡画像1の初期位置に前記小領域20を設定する。

【0072】つぎのST3では、特徴量計測部37は前記小領域20内の画像について平均濃度や分散値などを特徴量として計測する。この計測値はCPU39に取り込まれてRAM41に格納される。つぎのST4では、小領域20が最終位置まで移動したかどうかを判定しており、その判定が「NO」であれば、ST5へ進んで小領域20を所定のピッチまたは角度ピッチだけ移動させた後、その位置で同様にして小領域20内の画像について特徴量を計測する(ST3)。以下、小領域20が最終位置に達するまで、ST5の小領域20の移動とST3の特徴量の計測とを繰り返し実行する。

【0073】かくして最終位置での特徴量の計測が終了すると、ST4の判定が「YES」となり、CPU39は小領域20の最初の設定位置で得られた計測値とその前後位置で得られた計測値とをRAM40より読み出して所定の演算を実行し(ST6, 7)、その演算値が判定値Sを越えるかどうかを判定する(ST8)。もしST8の判定が「YES」であれば、ST12へ進み、CPU39は対象物に不良がある旨の異常信号を出力する。

【0074】もしST8の判定が「NO」であれば、ST9を経てST10へ進み、つぎの小領域20の移動位置で得られた計測値とその前後位置で得られた計測値とをRAM40より読み出して所定の演算を実行し、その演算値が判定値Sを越えるかどうかを判定する(ST

15

8)。かくして最終の移動位置で得られた計測値とその前後位置で得られた計測値とから所定の演算を実行し、その演算値が判定値Sを越えなかったとき、ST9の判定が「YES」となってST11へ進み、CPU39は対象物に不良がない旨の正常信号を出力する。

【0075】

【発明の効果】この発明は上記の如く、対象物を撮像して得られた画像の検査領域を複数の小領域に分割して、各小領域内の画像についてそれぞれ特徴量を計測した後、各計測値を処理することにより対象物の不良を判別するようにしたから、対象物の種類や観測条件などを問わず、対象物に欠陥が存在するかどうかを正しく判別して、対象物の不良を安定して検査できる。

【0076】請求項8の発明では、複数種類の特徴量を計測し、特徴量の種類毎に特徴量の各計測値を処理して対象物の不良判別を行った結果、すべての種類の特徴量について不良判別が行われたとき、対象物が不良であると判断するようにしたから、高精度の不良検査を安定して行うことができる。

【0077】請求項9の発明では、特徴量の種類毎に特徴量の各計測値を処理して対象物の不良判別を行った結果、いずれかの種類の特徴量について不良判別が行われたとき、対象物が不良であると判断するようにしたから、多種類の欠陥を検出できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の不良検査方法を円筒体の不良検査に適用した例を示す説明図である。

【図2】この発明の不良検査方法を梨地模様の物体の不良検査に適用した例を示す説明図である。

【図3】この発明の不良検査方法を突起物および欠けの検査に適用した例を示す説明図である。

【図4】この発明の不良検査方法を照明条件が変動する場合の不良検査に適用した例を示す説明図である。

【図5】この発明の不良検査方法を背景との濃度差の小さい汚れの検査に適用した例を示す説明図である。

【図6】この発明の不良検査方法を網状体の不良検査に適用した例を示す説明図である。

【図7】この発明の不良検査方法を輪状体の不良検査に適用した例を示す説明図である。

16

【図8】この発明の不良検査方法を輪状体の不良検査に適用した例を示す説明図である。

【図9】この発明の一実施例である不良検査装置の構成例を示すブロック図である。

【図10】この発明の他の実施例である不良検査装置の構成例を示すブロック図である。

【図11】図9の不良検査装置の制御の流れを示すフローチャートである。

【図12】従来の不良検査方法を示す説明図である。

【図13】従来の他の不良検査方法を示す説明図である。

【図14】円筒体を対象物とする場合の従来例の不具合を示す説明図である。

【図15】梨地模様の物体を対象物とする場合の従来例の不具合を示す説明図である。

【図16】突起物および欠けを検査する場合の従来例の不具合を示す説明図である。

【図17】照明変動した場合の従来例の不具合を示す説明図である。

【図18】照明変動した場合の従来例の不具合を示す説明図である。

【図19】背景との濃度差の小さな汚れを検査する場合の従来例の不具合を示す説明図である。

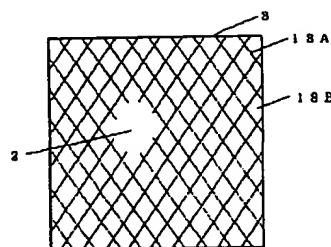
【図20】網状体を対象物とする場合の従来例の不具合を示す説明図である。

【図21】輪状体を対象物とする場合の従来例の不具合を示す説明図である。

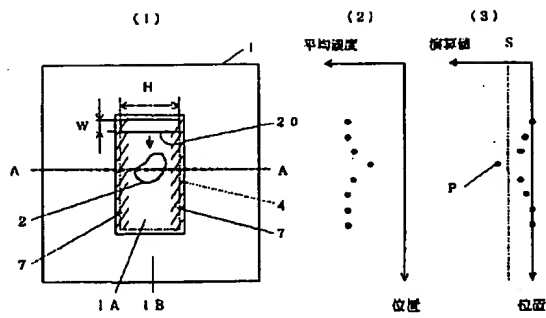
【符号の説明】

- 1 濃淡画像
- 2 欠陥
- 4, 4a~4d, 14 検査領域
- 20 小領域
- 31 テレビカメラ
- 35 画像メモリ
- 37 特徴量計測部
- 39 CPU
- 40 ROM
- 41 RAM

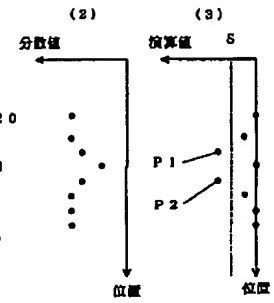
【図20】



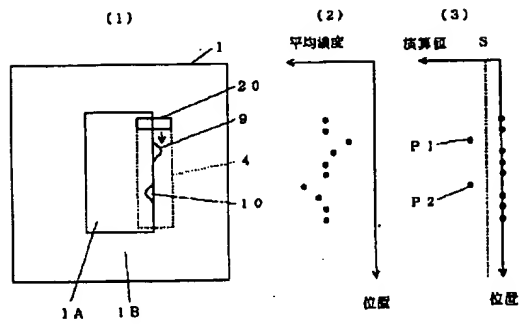
【図1】



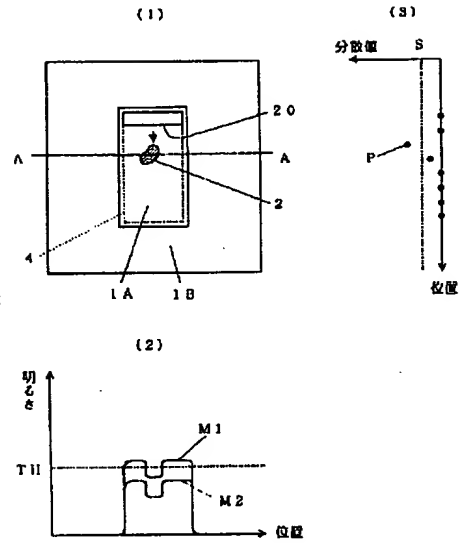
【図2】



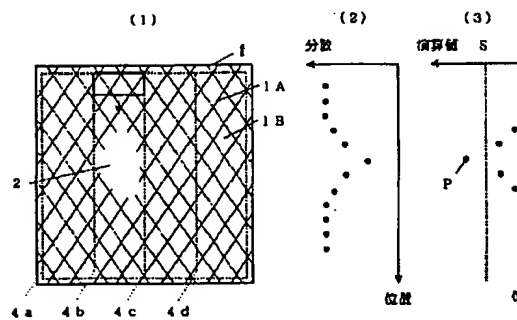
【図3】



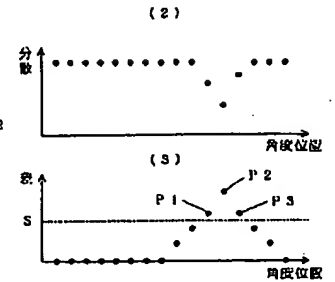
【図4】



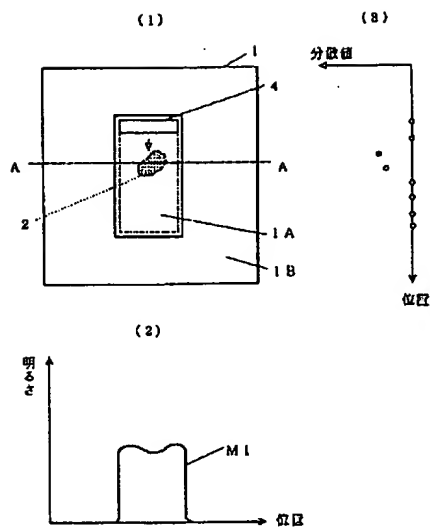
【図6】



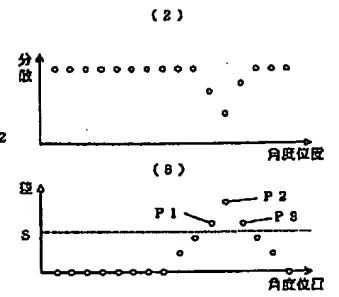
【図7】



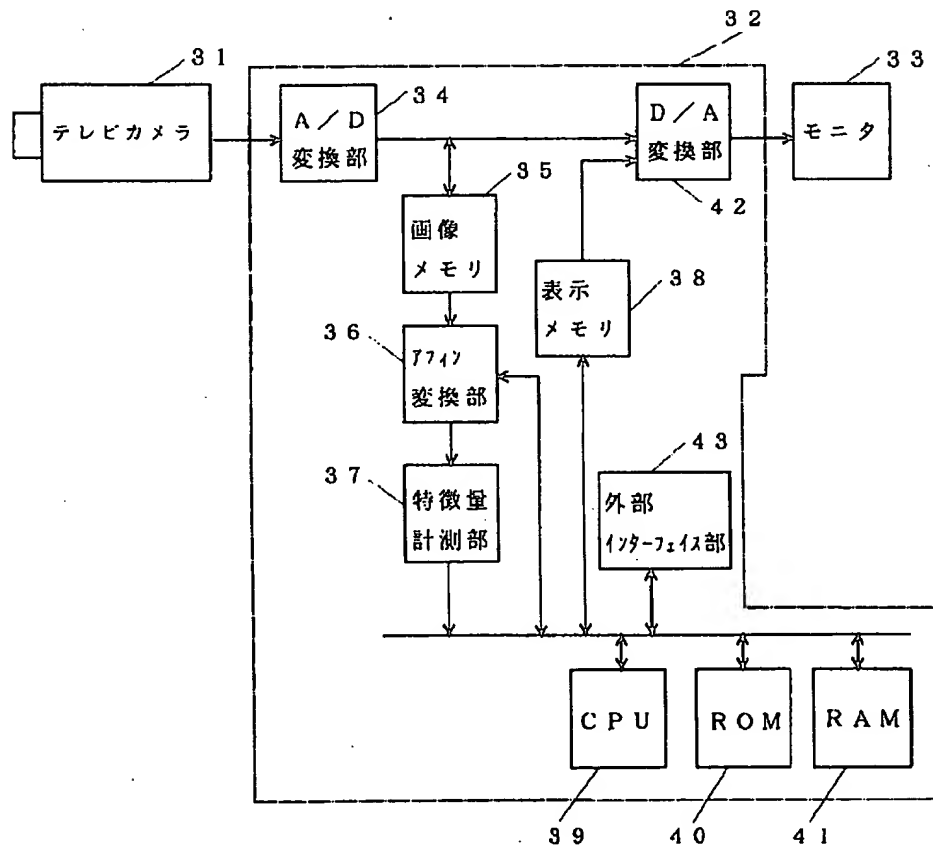
【図5】



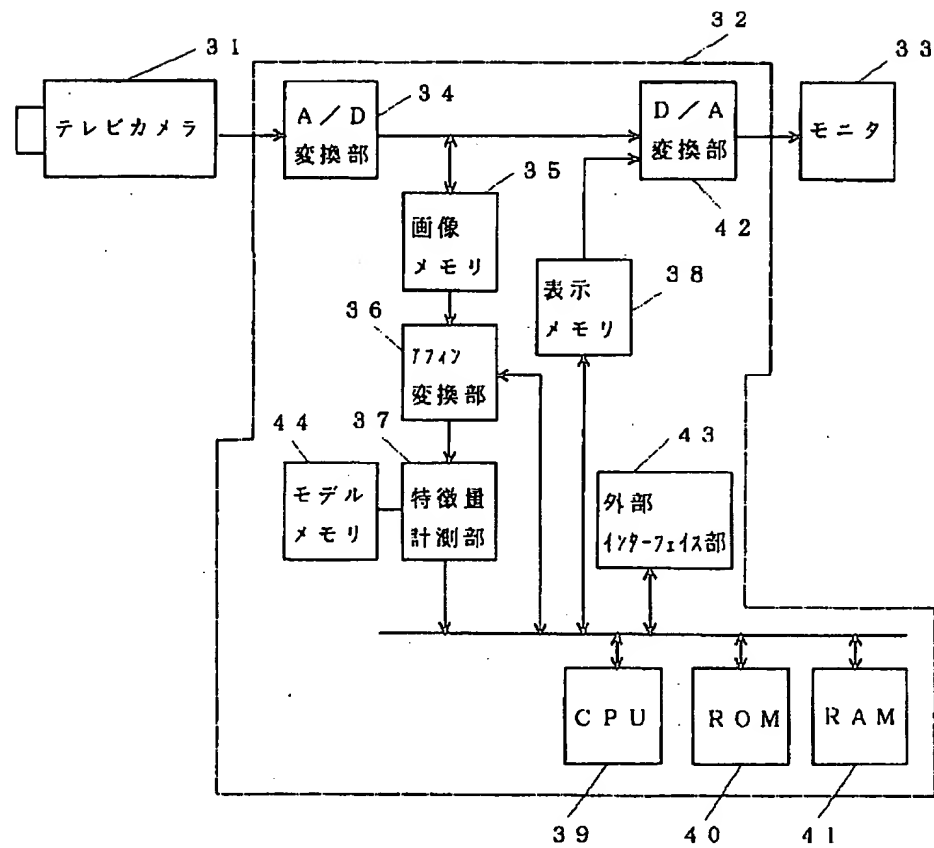
【図8】



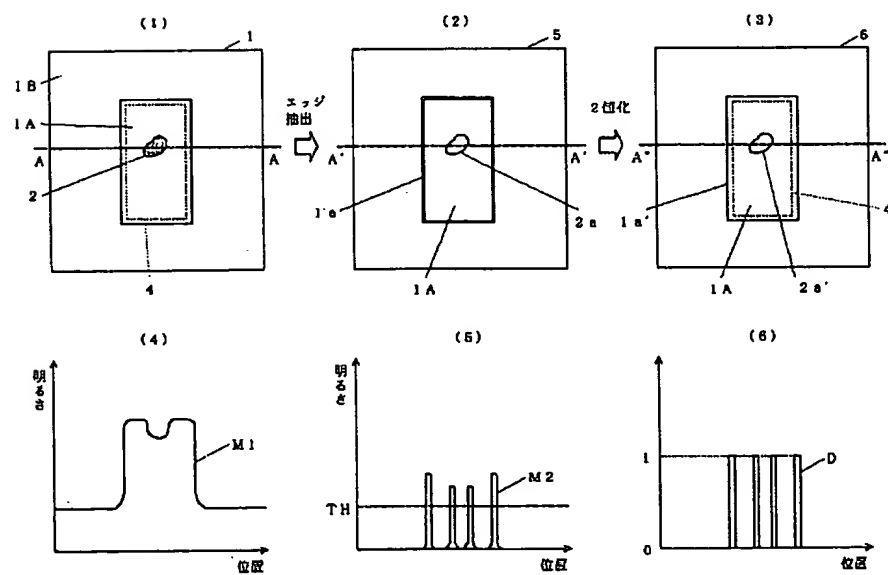
【図9】



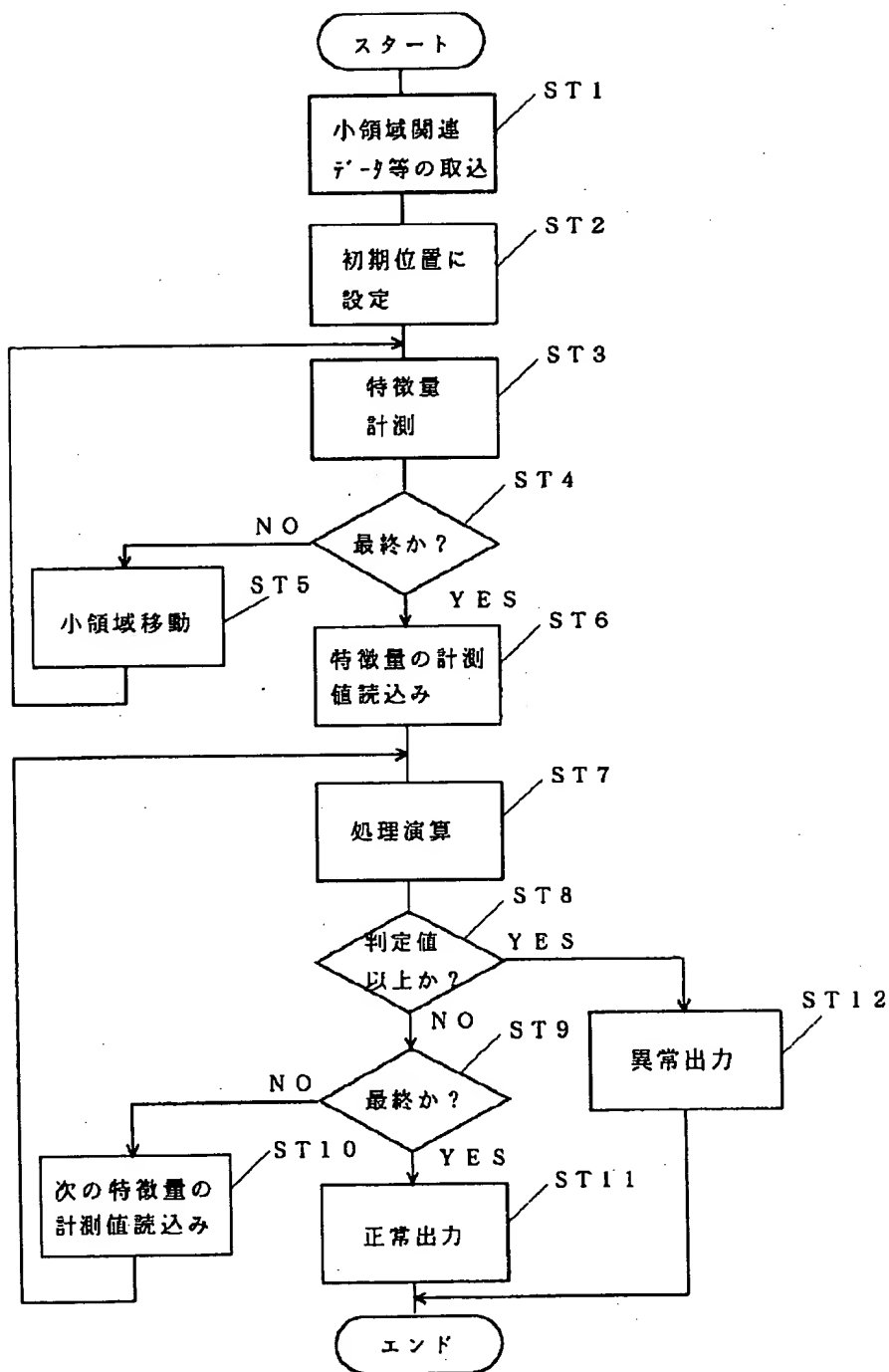
【図10】



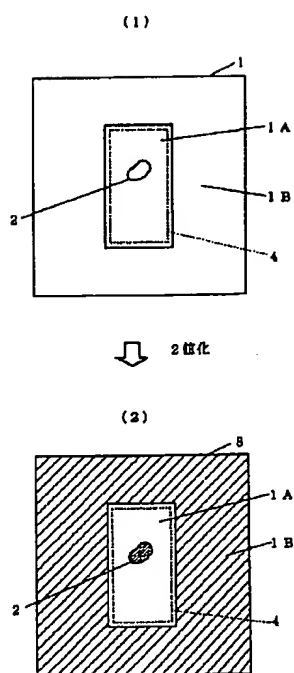
【図13】



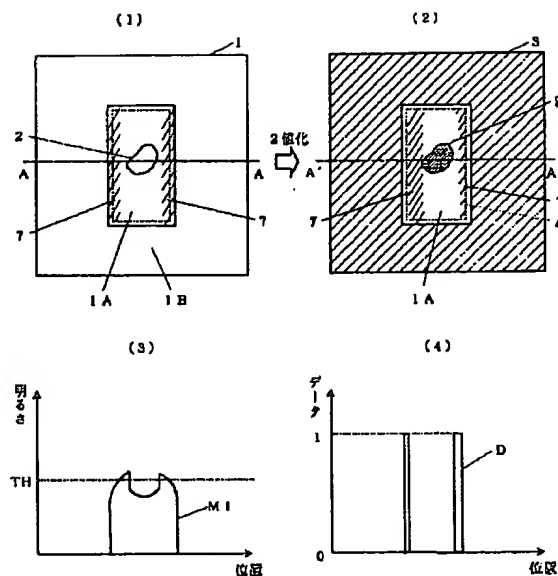
【図11】



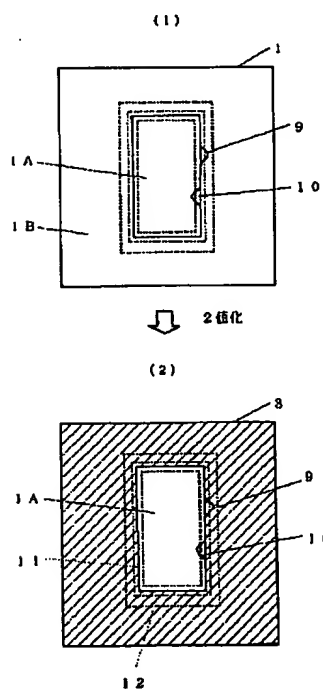
【図12】



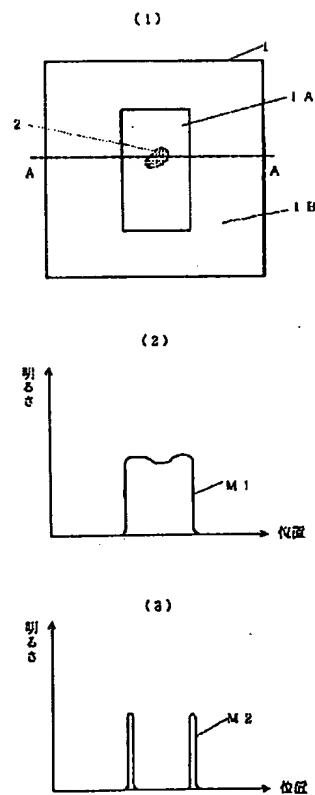
【図14】



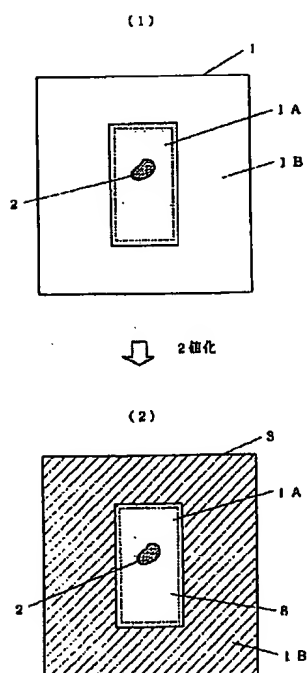
【図16】



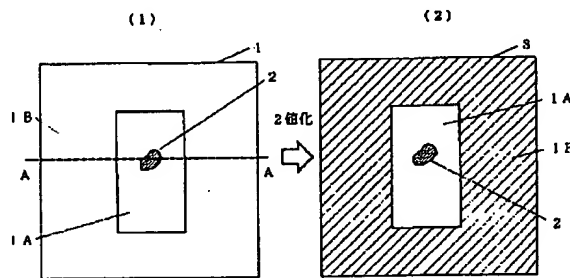
【図19】



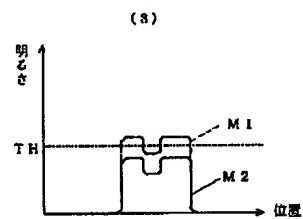
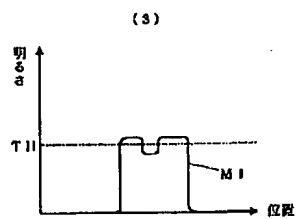
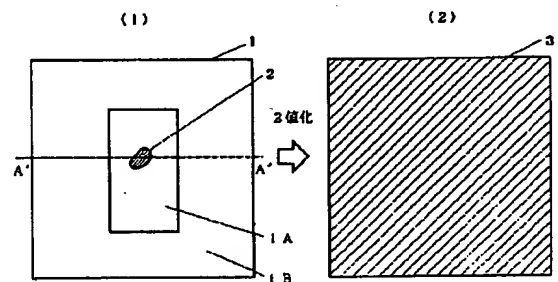
【図15】



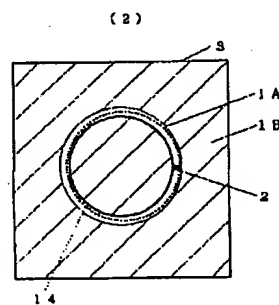
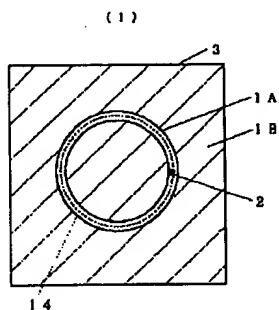
【図17】



【図18】



【図21】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

9061-5H

G 0 6 F 15/70

3 2 0

9061-5H

3 5 5

9061-5H

3 6 0

(16)

特開平8-101916

9061-5H

460 C

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.